

力学機能のナノエンジニアリング  
2019年度採択研究者

2021年度 年次報告書
-----------------

稲邑 朋也

東京工業大学 科学技術創成研究院  
教授

無拡散変態ナノ組織の幾何と形状記憶特性

## § 1. 研究成果の概要

ナノ組織の幾何に立脚した高性能アクチュエータ材料の数学的設計指針を得るために、研究代表者のグループが開発したニチノール基形状記憶合金の特異な内部組織の解析を電子顕微鏡法により行い、特異なナノ組織が満たす幾何学条件を定式化しその性質をくわしく調べた。さらに繰り返し駆動に伴う転位の増殖挙動と形状記憶特性の劣化挙動を実験的に評価して、TC 条件からの偏差と特性劣化の関係を解析した。

マルテンサイトバリエーションが3重点を形成する条件を、rank-1 接続に基づき定式化した (Triplet condition: TC)。数学的には3重点は4種存在し、研究中の合金ではそのうち2種の3重点において回位強度が  $0.1^\circ$  オーダーまで小さくなっていることが分かった。またミネソタ大のグループが提唱している cofactor 条件 (CC) と比較すると、CC ならば TC であるが、その逆は成り立たず、TC は CC の一般化条件であることを証明した。また3重点の連鎖条件を詳しく調べた結果、3重点と4重点の連結によって大域的にコンパチブルなマルテンサイト組織が形成されることが明らかになった。TC を満足しない従来材料である TiNi 合金における転位発生箇所は、内部双晶と母相の界面および双晶積層構造マルテンサイトの結合部であることを電子顕微鏡観察によって明らかにした。TC を満足するとこれらの界面は消失するために、TC 合金では転位の発生が抑制されていることが明確になった。

無応力下において TC 合金および TC 周辺合金の繰り返し熱サイクル試験を行ったところ、TC を満足する合金では1000サイクル後においても変態温度の変化が $1^\circ\text{C}$ 以下であるのに対して、TC 周辺合金では TC1による3重点での回位  $\omega$  の強度が高くなるほど変態温度変化が大きくなることが明らかになった。このことから、本合金設計法の妥当性が強く示唆された。